

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Breeding and Test of the Predatory Capacity of *Chrysoperla externa* on *Neohydatothrips signifer*, a Pesticiferous Trips of the Passion Fruit CropCría y evaluación de la capacidad de depredación de *Chrysoperla externa* sobre *Neohydatothrips signifer*, trips plaga del cultivo de maracuyáJordano Salamanca Bastidas¹, Edgar Herney Varón Devia² y Oscar Santos Amaya³.

ABSTRACT

The passion fruit vine (*Passiflora edulis* forma flavicarpa) is an important productive system of the Huila region, and generates incomes for 2000 families, approximately. Trips are the most important pests of this crop, since they cause up to 95% of damage on apical meristems, and their cost of control is up to \$1.048.278/hectare/year. For their control, the growers use chemical agents, some of them rated as highly toxic. The objectives of this study were: 1) To establish a methodology to obtain larvae and adults of *Chrysoperla externa* and *Neohydatothrips signifer* and 2) To evaluate the consumption capacity of *C. externa* on *N. signifer* trips. In order to achieve that, a *N. signifer* breeding was established based on three natural diets. Also, the predator *C. externa* was bred on four diets and finally, predation tests of *C. externa* on *N. signifer* were established. Significant differences were found in the obtaining of nymphs of *N. signifer*. ($Pr > F < .0001$) (*Phaseolus vulgaris* leaves: 151.2 ± 34.54 ; *Passiflora edulis* leaves: 17.8 ± 9.59 and *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris* pods: 0), but such a difference was not found for adults. In the breeding of adults of *C. externa* we did not find significant differences among treatments, nevertheless there was a slight better response to the feeding with *Sitotroga cerealella* eggs (60%) compared to the feeding with larvae of *Spodoptera frugiperda* (40%), adults of aphids (*Rhopalosiphum maidis*) (30%) and nymphs of *N. signifer* (10%). The percentage of total predation of each larval instar of *C. externa* showed significant differences between instar III ($Pr > F < .0004$) ($99.95\% \pm 0.004\%$) compared to instars I ($98.39\% \pm 0.005\%$) and II ($97.77\% \pm 0.005\%$). On the other hand, the daily consumption of each larval instar of *C. externa* showed significant differences between instar III ($Pr > F < .0001$) (34.44 ± 0.022 individuals) compared to instars I (27.22 ± 0.009 individuals) and II (26.11 ± 0.007 individuals).

Keywords: Breeding, Biological Control, Predation Capacity, Diet.

RESUMEN

El cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* forma flavicarpa) es un importante sistema productivo de la región del Huila que genera ingresos para aproximadamente 2000 familias en el departamento. Los trips son la plaga más limitante del cultivo, ya que son causantes de daños hasta de un 95% en terminales y de costos de manejo de \$1.048.278/hectárea/año. Para su control los agricultores usan productos químicos, algunos de los cuales son muy tóxicos. Los objetivos de este estudio fueron: 1) Establecer una metodología de cría para la obtención de larvas y adultos de *Chrysoperla externa* y *Neohydatothrips signifer*, y 2) Evaluar la capacidad de depredación de este depredador sobre el trips. Para ello se llevó a cabo la cría del insecto sobre tres tipos de dieta natural. Además se crió el depredador *C. externa* sobre cuatro dietas naturales y finalmente se establecieron pruebas de depredación de *C. externa* sobre *N. signifer*. Se presentaron diferencias significativas en la obtención de ninfas de *N. signifer*, mantenido en las diferentes dietas ($Pr > F < .0001$) (frijol: $151,2 \pm 34,54$; maracuyá: $17,8 \pm 9,59$ y vainas de habichuela: 0), pero no en la obtención de adultos. En la cría de *C. externa* no se presentaron diferencias significativas, sin embargo, se evidenció una mejor respuesta a la alimentación con huevos de *Sitotroga cerealella* (60%) frente a larvas de *Spodoptera frugiperda* (40%), adultos de áfidos (30%) y ninfas de *N. signifer* (10%). El porcentaje de depredación de cada estadio larval de *C. externa* mostró diferencias significativas entre el estadio III ($Pr > F = .0004$) ($99,95\% \pm 0,004\%$) y los estadios I ($98,39\% \pm 0,005\%$) y II ($97,77\% \pm 0,005\%$). Así mismo, el consumo diario de cada estadio larval de *C. externa* mostró diferencias significativas entre el estadio III ($Pr > F < .0001$) ($34,44 \pm 0,022$ individuos) y los estadios I ($27,22 \pm 0,009$ individuos) y II ($26,11 \pm 0,007$ individuos).

Palabras clave: cría, control biológico, capacidad de depredación, dieta.

INTRODUCCIÓN

El maracuyá (*Passiflora edulis* forma flavicarpa Degener) es una planta originaria del Brasil y allí se inició su cultivo comercial (López, 2006). No obstante de ser una especie exótica introducida dentro del grupo de especies pasifloráceas

¹ Ingeniero Agrónomo. Universidad del Tolima. jordanosalamanca@gmail.com.

² Investigador Ph.D. Asistente Corpoica C.I. Nataima. evaron@corpoica.org.co.

³ I.A. MSc. Universidad Nacional de Colombia. santosamaya@gmail.com.

cultivadas en Colombia es la más importante (López, 2006). Este cultivo se siembra comercialmente en 19 departamentos del país, siendo el Huila, el Valle del Cauca, Córdoba y Meta los principales productores, tanto en área como en producción (Jaramillo *et al.*, 2009). El departamento del Huila es el primer productor a nivel nacional, pues tiene sembrado actualmente 1623 has, con un rendimiento promedio anual de 18,3 Ton/ha (Secretaría de Agricultura y Minería del Huila, 2009). Los principales municipios productores del Huila son: Suaza (270 has) (16,63%), Rivera (183 has) (11,27%), La Plata (201,5 has) (12,41%), Algeciras (136 has) (8,37%), Guadalupe y Gigante (261 has) (16,08%), Baraya y Tello (168 has) (10,35%), y Colombia (89 has) (5,48%) (Secretaría de Agricultura y Minería del Huila, 2009).

Una de las plagas de mayor importancia que afecta la producción de maracuyá son los trips (Thysanoptera). En Colombia, la literatura reporta los géneros *Heliiothrips* sp., *Thrips* sp., y *Frankliniella* sp. (Quintero, 1992). De acuerdo con Jaramillo *et al.*, (2009), en el cultivo de maracuyá los trips se localizan sobre las yemas terminales y causan deformación de las hojas y sellamiento de los cogollos, afectando el desarrollo de la planta, impidiendo el crecimiento y la formación de nuevas estructuras florales.

En el cultivo de maracuyá se han registrados daños por el ataque de *Neohydatothrips signifer*, hasta del 95% en terminales vegetativos y del 75% en botones florales (Varón, 2009) y costos de manejo para los agricultores de \$1.048.278 (Santos, 2010). Así mismo, Santos, (2010) menciona que *N. signifer* en el cultivo de maracuyá puede causar pérdidas de 311 kg/ha cuando el nivel de infestación promedio del insecto en el cultivo aumenta en una unidad (trips/terminal), lo cual da una muestra de la importancia de esta plaga para este cultivo.

Por otra parte, los trips son catalogados como estrategias “r” (Mound, 1993), lo que los hace acreedores de características bioecológicas que hacen difícil su manejo (Waterhouse y Norris, 1987) y, por ello, las medidas para su control se basan fundamentalmente en el uso de productos químicos como dimetoato, malation, monocrotofos, imidacloprid, chlorfenapyr y thiametoxan-lambdacialotrina (García *et al.*, 2007), algunos de los cuales son muy tóxicos.

El uso inadecuado de estos plaguicidas ha originado restricciones en la comercialización del fruto en los mercados internacionales, aumento en los costos de producción, disminución de la rentabilidad y, en algunos casos, intoxicaciones en los agricultores (García *et al.*, 2007). Además, la aplicación de plaguicidas en forma repetida destruye poblaciones de enemigos naturales de los insectos plaga, tanto depredadores como parasitoides, al tiempo que propician la selección de individuos de la especie de insecto

plaga que pueden tolerar dosis más altas que las requeridas para matar a la mayoría (Nivia, 2000).

El desarrollo de resistencia en organismos no deseados induce a los agricultores a aumentar las dosis y a utilizar mezclas de varios productos altamente tóxicos, que en algunos países, incluido el nuestro, se denominan “bombas”, aumentando así sus riesgos y consecuencias negativas. Los organismos resistentes se multiplican y producen grandes poblaciones igualmente resistentes. El trips es un insecto que genera rápidamente resistencia a la aplicación de plaguicidas, debido a su ciclo biológico corto (Valle, 2004).

El control de esta plaga se puede realizar mediante diversas acciones en un marco de manejo integrado; éste involucra técnicas de muestreo, uso de controladores biológicos, insecticidas específicos, aceites minerales y detergentes (Lemus *et al.*, 2005).

En cuanto al control natural, existen reportes sobre enemigos naturales de trips, sobre todo a nivel de depredadores. Entre estos enemigos naturales sobresalen *Orius* spp. (Heteroptera: Anthocoridae) (Bosco *et al.*, 2008), *Amblyseus* spp. (Acari: Phytoseiidae) (Messelink *et al.*, 2008; Chow *et al.*, 2008); *Neoseiulus cucumeris* (Zilahi-Balogh *et al.*, 2007; Van Driesche *et al.*, 2006) y *Chrysoperla* spp. (Hoddle y Robinson, 2004). Este último es de gran abundancia en los cultivos de maracuyá del sur del departamento del Huila.

Chrysoperla spp. pertenece a la familia Chrysopidae, que es una de las más grandes dentro de los neurópteros, con cerca de 2000 especies descritas (New, 1991). Las especies de este género han mostrado condiciones de adaptabilidad a diferentes ambientes, lo que les ha permitido una amplia distribución geográfica (Gitirana *et al.*, 2001). *Chrysoperla* spp. es un excelente depredador generalista con gran potencial como agente de control biológico. El estado larval es el que realiza el control, siendo las larvas de tercer estadio las que ejecutan la mayor parte del trabajo, alimentándose de insectos de cuerpo blando, tales como áfidos, moscas blancas y trips, entre otros (Loera *et al.*, 2001). Velásquez (2004) señaló que el segundo estadio larval es más activo que el primero, consume más alimento, y el tercer estadio presenta alto grado de canibalismo y un apetito aún más voraz. Los adultos se alimentan de néctar, polen o mielecilla producida por algunos insectos (Loera *et al.*, 2001).

En Colombia se han realizado algunos trabajos evaluando la capacidad depredadora de *Chrysoperla externa* (Hagen) sobre trips (Cuesta y Guarín, 2003). En Perú, Núñez (1988) reportó a *C. externa* como una especie con gran

voracidad tanto en estado larval como adulto, pues se le ha registrado depredando una gran diversidad de insectos de cuerpo blando como *S. frugiperda* (J.E. Smith), *S. eridania* (Stoll) y áfidos en cultivos de maíz. También en olivos se le ha hallado alimentándose de *Orthezia olivicola* (Beingolea) y *Palpita persimilis* (Munroe), entre otros. Este mismo autor afirmó que *C. externa* es cosmopolita y que se utiliza en el Perú, desde 1984, como agente regulador de plagas de importancia económica como *Heliothis* sp., *Cidia pomonella* (Linnaeus) y *Pectynophora gossypiella* (Saunders), entre otros. Esta especie de depredador, junto con *Ceraeochrysa cincta* (Schneider) y *C. asolaris*, además de estar incluidas en programas de manejo integrado de plagas agrícolas importantes, se producen masivamente en diferentes laboratorios del Perú, para su distribución y sostenimiento de los programas de MIP, desde mucho tiempo atrás (Núñez, 1988).

Para integrar un enemigo natural, bien sea depredador o parasitoide, dentro de un programa de control biológico, el conocimiento de su biología y capacidad de consumo es de suma importancia, pues tal información es básica y necesaria para implementarlos en los planes de manejo integrado de plagas. *C. externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) es un insecto depredador con alto grado de adaptabilidad al clima y a condiciones adversas, el cual se presenta como una alternativa en programas de control biológico, ya que consume varias de las especies plagas más limitantes en los sistemas agrícolas (Guarín, 2003).

Considerando la gran potencialidad que *C. externa* representa para los programas de manejo integrado de plagas, se desarrolló el presente estudio para conocer aspectos relacionados con su ciclo de vida, así como de su capacidad de depredación sobre *N. signifer*; y así generar información útil que permita predecir su efectividad contra este tipo de plaga, que es de gran importancia económica en cultivos de maracuyá de la región sur del departamento del Huila.

En este trabajo se presenta la metodología y hospederos más adecuados para la cría de *C. externa* y la obtención de adultos de *N. signifer*, y por último, la capacidad de depredación de *C. externa* sobre *N. signifer* en condiciones de casa de malla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo en la finca *El Samán*, localizada en la vereda Hato Grande San Isidro, en el municipio de Suaza (Huila), geoposicionada en las coordenadas N 01°57'34.4" W 075° 46'54.6", a una altura de 958 msnm, con una temperatura y humedad relativa promedio de 25° C y 53%, respectivamente.

En esta finca se construyó una casa de malla donde se realizaron los experimentos. La temperatura y humedad relativa promedio en el interior de ésta fueron 25.5 °C± 0.66 y 64.7% ± 3.09, respectivamente.

Metodología para obtención de adultos de *Neohydatothrips signifer* (Priesner, 1932)

Para determinar la metodología más adecuada para la obtención de adultos de *N. signifer*, se evaluaron plántulas de maracuyá, frijol y vainas de habichuela como sustratos de alimentación; cada una de éstas se tomó como tratamiento y se replicó 5 veces.

- T1: plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris*)
- T2: plántulas de maracuyá (*Passiflora edulis* forma flavicarpa)
- T3: vainas de habichuela (*Passiflora vulgaris* var. *vulgaris*)

Para cada tratamiento se midieron las siguientes variables:

- Fecundidad: número de huevos ovipositados por hembra.
- Fertilidad: cantidad de inmaduros emergidos.
- Sobrevivencia de adultos: número de adultos vivos.

En tarros plásticos de 19,5 cm de diámetro y 21,7 cm de alto, con ventilación en la parte superior, se colocó una plántula de frijol o maracuyá, según el tratamiento, luego se liberaron 48 trips adultos, con una relación 1:5 (por cada macho se liberaron cinco hembras).

Al tratamiento con vainas de habichuela se le dio un manejo diferente, siguiendo la metodología de Espinosa *et al.*, (2002); ésta consistió, en primer lugar, en limpiar las vainas para eliminar restos de plaguicidas, hongos y huevos de insectos que pudieran estar adheridos. Luego se pusieron en remojo utilizando agua durante 15 minutos; después se introdujeron en una solución de agua con hipoclorito de sodio al 2%, durante 5 minutos, y a continuación se lavaron con abundante agua para eliminar los restos del hipoclorito. Con el fin de hacerlas más apetecibles para los trips se impregnaron con miel al 10% y polen (Murai y Loomans, 2001); posteriormente se dejaron secar sobre papel toalla y se introdujeron en un recipiente de plástico de 10,5 cm de diámetro y 14,5 cm de alto. En el fondo del recipiente se dispusieron de 5 a 7 láminas de papel filtro, para evitar el exceso de humedad; luego se depositaron tres vainas de habichuela en posición vertical, donde se liberaron 48 trips adultos (40 hembras y 8 machos), para que ovipositaran allí. Las vainas con huevos se sacaron del recipiente, utilizando pinzas de punta suave. Se procedió a sacudirlas mediante golpes

contra el borde del recipiente, para luego introducir las en nuevos recipientes de las mismas características al descrito anteriormente (recipiente 2).

En el fondo del recipiente se dispuso espuma de poliuretano como sustrato para el desarrollo de ninfas hasta llegar a adultos; ésta se recortó en forma circular, para ajustarla al fondo del recipiente. Tres veces por semana se controló el estado sanitario y de turgencia de las vainas de los segundos recipientes, adicionando nuevas vainas cuando era necesario.

Metodología de cría de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861)

Para determinar la metodología de cría de *C. externa* en casa de malla se utilizaron diferentes presas como alimento; cada una de éstas se tomó como un tratamiento y se replicó 10 veces, así:

- Tratamiento 1: huevos de *Sitotroga cerealella*
- Tratamiento 2: huevos de *Spodoptera frugiperda*
- Tratamiento 3: ninfas I y II de *Neohydatothrips signifer*
- Tratamiento 4: adultos y estados inmaduros de *Rhopalosiphum maidis*

Para cada tratamiento se utilizaron cajas petri de plástico, las cuales contaban con ventilación en la parte superior. En estas cajas se pusieron las diferentes presas sin restricciones en su número y se liberó una larva recién emergida de *C. externa*. Las variables que se midieron fueron:

- Fecundidad: número de huevos ovipositados por los adultos hembra, eclosionados a partir de las larvas liberadas.
- Fertilidad: cantidad de estados larvales del estadio I emergidos a partir de los adultos hembra eclosionados, provenientes de las larvas liberadas.
- Sobrevivencia de adultos: número de adultos vivos.

Obtención de larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861)

Para la obtención de las larvas de *C. externa* se realizaron capturas en campo de adultos de este insecto, utilizando una malla entomológica. Los especímenes colectados se llevaron a la casa de malla, donde se dispusieron en tarrinas plásticas de 10,5 cm de diámetro y 14,5 cm de alto cubiertas con tul. Para su alimentación se ofreció una dieta a base de extracto de levadura, miel, agua y azúcar en proporción 1:1:1 y se colocó un algodón odontológico impregnado con agua para su hidratación.

Obtención de huevos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789)

Para la obtención de huevos de *S. cerealella* se utilizó maíz blanco infestado con larvas de este insecto. Este maíz se depositó en frascos de vidrio de 10,5 cm. de diámetro y 21,5 cm. de alto, cubiertos con tul. Cuando se obtuvieron los primeros adultos, se transfirieron a otro recipiente con maíz no infestado para que realizaran la oviposición. Una vez se observaban abundantes posturas dentro del recipiente se procedía a pasar el maíz por un tamiz de 1 mm para obtener los huevos.

Obtención de huevos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797)

Para la obtención de los huevos de *S. frugiperda* se realizó una recolección de larvas de este insecto en un cultivo de maíz de la finca *El Samán*. Las larvas colectadas se introdujeron en recipientes de vidrio de 10,5 cm. de diámetro y 21,5 cm. de alto, debidamente cubiertos con tul. Para su alimentación se suministraron hojas de maíz, que fueron cambiadas cada dos o tres días, según la voracidad de las larvas. Cuando se observaron pupas dentro de los recipientes, éstas se sacaron y se dispusieron en otros recipientes de vidrio, los cuales estaban acondicionados con papel absorbente para brindarles humedad. Cuando emergieron los adultos, fueron retirados y se colocaron en otros recipientes con las mismas características de los primeros. Para la alimentación de los adultos se utilizó miel y agua impregnada en algodón odontológico. Para la oviposición se dispusieron, dentro del recipiente, tiras de papel absorbente de 3 cm de ancho y 10 cm de largo.

Obtención de estados inmaduros de *Neohydatothrips signifer* (Priesner, 1932)

Para la obtención de los estados inmaduros de *N. signifer* se realizó una colecta de terminales vegetativos de plantas de maracuyá en un cultivo de la finca *El Samán*. Estos terminales se dispusieron en tarrinas plásticas a las cuales se les cubrió la abertura principal con malla antitrips, para evitar la fuga de éstos insectos. En la casa de malla se tomó cada terminal y se sacudió fuertemente contra una bandeja para que los insectos cayeran, y con la ayuda de un aspirador entomológico se colectaron y liberaron en plántulas de maracuyá. Estas plántulas estaban encerradas en dos tipos de unidades de cría, una de 1m x 1m x 1m y otra de 45 cm x 25 cm x 45 cm, cubiertas totalmente con malla antitrips, para evitar el escape de los mismos. De estas unidades de cría se obtuvieron los estados inmaduros necesarios para el uso en los experimentos.

Obtención de individuos de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch)

Los áfidos (*R. maidis*) en estado adulto fueron obtenidos diariamente de las malezas aledañas [*Bidens pilosa* (Linné)] en los cultivos de la finca *El Samán*. No se realizó cría de este insecto; todos los individuos fueron colectados en campo.

Se utilizó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y 10 réplicas por tratamiento, para un total de 40 unidades experimentales. Las variables medidas fueron: fecundidad, fertilidad y longevidad de los adultos obtenidos. Se realizó un análisis de varianza (Anova) para detectar diferencias entre los tratamientos, y la prueba de Tukey ($P > 0,001$) para identificar los mejores tratamientos. Se utilizó el procedimiento GLM, disponible en el programa estadístico SAS (SAS, 2001).

Evaluación de la capacidad de depredación de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861)

La capacidad de depredación de *C. externa* se evaluó suministrando como presas, ninfas de segundo estadio (II) de *N. signifer* en diferentes cantidades (100, 200 y 300) a larvas de los estadios I, II y III. Se estableció el número total de presas consumidas por el estadio larval. Con la información anterior se determinó el porcentaje de consumo total por estadio y el promedio diario de consumo por estadio del depredador evaluado.

Sobre cada hoja de maracuyá con dimensiones de 10 cm de largo por 9 cm de ancho, se depositaron 100, 200 y 300 individuos de *N. signifer* (Ninfas I y II), según el tratamiento. Éstos fueron tomados de las plántulas que estaban dentro de las unidades de cría con un pincel de pelo de marta. Se depositó un individuo de *C. externa* de acuerdo al estadio indicado, en recipientes de 11,5 cm de diámetro y 12,5 cm de alto. Los recipientes se conservaron en la casa de malla.

El registro de depredación de cada estadio se llevó a cabo hasta que la larva cambió de exuvia; una vez visto el cambio se contó el número de estados inmaduros de la presa muertos y se estimó el tiempo que transcurrió.

El diseño estadístico aplicado fue completamente al azar, con un arreglo factorial donde el factor A fue el estadio larval: I, II y III de *C. externa* y el factor B fue la cantidad de estados inmaduros de *N. signifer*: 100, 200 y 300 individuos de ninfas I y II; se establecieron cinco réplicas por cada tratamiento.

Los resultados se analizaron con el programa SAS (SAS, 2001). Se usó un análisis de varianza para detectar diferencias (Anova), y para la comparación de medias se

utilizó la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de $P = 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Obtención de adultos de *Neohydatothrips signifer*

La mayor obtención de estados inmaduros de *N. signifer* se dio con plántulas de frijol, que resultó ser la más apropiada para la cría de los trips, con un promedio de $151,2 \pm 34,54$ ninfas obtenidas, presentando diferencias significativas ($P > F < 0,0001$) con respecto a las plántulas de maracuyá, con un promedio de $17,8 \pm 9,59$, y con relación a las vainas de habichuela, con las cuales no se obtuvo ninguna ninfa (Tabla 1).

Tabla 1. Obtención de ninfas de *N. signifer* suministrándoles tres tipos de dieta.

Tratamiento	N° promedio de ninfas I estadio	Letra de significancia*
Plántulas de frijol	151,2 ± 34,54	A
Plántulas de maracuyá	17,8 ± 9,59	B
Vainas de habichuela	0	B

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas.

Varios investigadores han utilizado plántulas y folíolos de frijol para realizar pruebas con trips, obteniendo buenos resultados; entre ellos Guarín (2003), que utilizó folíolos de frijol para realizar pruebas de ciclo de vida con *Thrips Palmi*. A su vez, Arthurs y Heinz (2002) realizaron una cría masiva de *Frankliniella occidentalis* con hojas de frijol, y Murai y Loomans (2001) realizaron una cría de *F. occidentalis*, *F. intonsa*, *T. palmi* y *T. tabaci* con frijol pregerminado.

Según Castillo y González (2008), el cultivo de frijol es un hospedante tipo I para *T. palmi* y *Frankliniella williamsi*, es decir, el insecto desarrolla el ciclo en la planta (huevo + larva + adulto) y provoca lesiones ostensibles en los tejidos, además, algunas especies de frijol presentan metabolitos secundarios que ejercen una mayor atracción para los trips, donde actúan la fragancia floral, el color y el olor de la planta.

Debido a que no existe literatura sobre metodología de cría de *N. signifer* en plántulas de maracuyá, se decidió optar por probar con estas plántulas; sin embargo, los resultados no fueron del todo exitosos, ya que solo se pudieron obtener estados ninfales I, sin poder llegar a adultos.

Con respecto a la cría de *N. signifer* con vainas de habichuela, los resultados contrastaron con lo expresado por Espinosa *et al.* (2002), quienes usando vainas de

habichuela como sustrato de oviposición y alimentación, y esponja de poliuretano humedecida como soporte para la ninfosis, obtuvieron resultados satisfactorios.

En cuanto a la obtención de adultos de *N. signifer* no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos ($Pr > F 0.1291$), dado el bajo nivel de obtención que se encontró. Esto pudo deberse a que los trips se encontraban en confinamiento, lo cual afecta en forma general, en mayor o menor medida, la sobrevivencia de los insectos. Por otro lado, la cría de estos insectos en cautiverio es difícil, ya que son frágiles, muy pequeños y, por ello, difíciles de manipular y transportar.

Cría de *Chrysoperla externa* (Hagen)

La obtención de adultos no presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($Pr > F 0.1314$), sin embargo, se evidenció una mejor respuesta cuando se alimentaron las larvas del depredador con huevos de *S. cerealella*, dado el alto porcentaje de adultos obtenidos (60%) (Tabla 2).

Tabla 2. Promedio de obtención de adultos de *C. externa* con diferentes dietas.

Tratamientos	Porcentaje de adultos obtenidos	Letra de significancia*
<i>S. cerealella</i>	60%	A
<i>Spodoptera frugiperda</i>	40%	A
Afidos (<i>Rhopalosiphum maidis</i>)	30%	A
<i>N. signifer</i>	10%	A

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas.

También se presentaron amplias variaciones en el ciclo biológico de *C. externa*, dependiendo del tipo de presa. *C. externa* sólo alcanzó su completo desarrollo cuando fue alimentado con huevos de *Sitotroga cerealella* ($27,44 \pm 0,19$ días); con huevos de *Spodoptera frugiperda* ($28,7 \pm 0,22$ días) y con adultos y estados inmaduros de áfidos (*R. maidis*) ($36,83 \pm 0,32$ días). Por el contrario, cuando se usó *N. signifer* el individuo sólo alcanzó el estado de pupa.

Por otro lado, la mayor viabilidad de los huevos se presentó cuando los adultos fueron alimentados con huevos de *S. cerealella* ($11,16 \pm 2,41$), y la más baja cuando éstos fueron alimentados con estados inmaduros y adultos de áfidos ($8 \pm 1,77$) (Tabla 3).

Según Giffoni *et al.* (2007), *S. cerealella* es la presa más adecuada para *C. externa*, ya que garantiza el completo desarrollo en un tiempo más corto. Biagioni y Freitas (2001) demostraron que los huevos de *S. cerealella* resultaron ser más adecuados para la cría de *C. defreitasi*, puesto que presentó un periodo pupal

Tabla 3. Promedio del número de huevos ovipositados y eclosionados a partir de adultos *C. externa* alimentados con diferentes tipos de presas.

	Presas			
	<i>S. cerealella</i>	<i>S. frugiperda</i>	<i>N. signifer</i>	<i>R. maidis</i>
No. huevos ovipositados	$15,5 \pm 2,95$	$21,6 \pm 5,6$	0	$17,3 \pm 2,47$
No. huevos eclosionados	$11,16 \pm 2,41$	$10,83 \pm 1,86$	0	$8 \pm 1,77$

y un ciclo de vida más corto, menor mortalidad de larvas y mayor número de insectos adultos.

En el presente estudio, el desempeño de *C. externa* alimentada con huevos de *Spodoptera* sp. fue bueno en cuanto a oviposición, por encima, en términos absolutos, de los individuos alimentados con huevos de *S. cerealella*, ninfas y estados inmaduros de áfidos (*R. maidis*) y trips (*N. signifer*). Estos resultados dan una clara visión de lo expresado por Núñez (1988), que afirmó que *C. externa* es una especie con gran voracidad, en estado larval, hacia diferentes tipos de insectos, como *S. frugiperda* y *S. eridania*.

El ciclo de vida de *C. externa* se vio afectado por el tipo de presa; cuando se alimentó con estados inmaduros de *N. signifer* no presentó un desarrollo completo y alcanzó sólo el estadio de pupa. Giffoni *et al.* (2007), utilizando *T. tabaci* para la alimentación de *C. externa*, sólo observaron el desarrollo de un individuo hasta el estado de pupa, por lo tanto esta presa puede ser considerada menos adecuada para el depredador, ya que no logra satisfacer todas las necesidades alimenticias que tiene el insecto.

La alimentación de las larvas de *C. externa* con áfidos (*R. maidis*) tuvo un desarrollo completo (36,83 días), que tomó más tiempo que a los individuos alimentados con huevos de *S. cerealella* (27,44 días) y *S. frugiperda* (28,7 días). Algunas investigaciones muestran que *C. externa*, al ser alimentada con *Aphis craccivora*, presentó un desarrollo completo, y con *Aphis nerii* el desarrollo fue incompleto, pues sólo alcanzó el estado de pupa. Estos resultados pudieran ser atribuidos a la condición generalista del depredador, con base en la cual se puede presumir que algunas presas utilizadas de manera individual no logran satisfacer sus necesidades nutricionales (Giffoni *et al.*, 2007).

Capacidad de depredación de *Chrysoperla externa* (Hagen) sobre *Neohydatothrips signifer*

El consumo diario promedio de cada estadio larval de *C. externa* mostró diferencias significativas ($Pr > F < 0.0001$) entre el estadio I ($27,22 \pm 0,009$) y el estadio II ($26,11 \pm 0,007$) con respecto al estadio III ($34,44 \pm 0,022$) (Tabla 4) (Figura 1).

Tabla 4. Promedio del consumo diario de diferentes estadios larvales de *C. externa* sobre *N. signifer*.

Estadio larval	Consumo diario	Letra de significancia*
I	27,22 ± 0,009	B
II	26,11 ± 0,007	B
III	34,44 ± 0,022	A

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas.

**Figura 1.** Primer estadio larval de *Chrysoperla externa* depredando ninfas de trips.

En relación con el consumo diario promedio de *C. externa*, suministrándole diferentes cantidades de presas, se registraron diferencias significativas ($Pr > F < ,0001$) entre 100 ($29,99 \pm 0,017$) y 200 presas ($32,22 \pm 0,021$) con respecto a 300 presas ($25,55 \pm 0,005$) (Tabla 5).

Tabla 5. Promedio del consumo diario de *C. externa* con diferente cantidad de presas de *N. signifer*.

Cantidad de presas	Consumo diario	Letra de significancia*
100	29,99 ± 0,017	A
200	32,22 ± 0,021	A
300	25,55 ± 0,005	B

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas.

Por otro lado, el porcentaje de depredación total de cada estadio larval de *C. externa* mostró diferencias significativas ($Pr > F = ,0004$) entre el estadio I ($98,39 \pm 0,005$) y el II ($97,77 \pm 0,005$) con respecto al estadio III ($99,95 \pm 0,004$). Para la misma variable, *C. externa* mostró diferencias significativas entre 100 ($99,73 \pm 0,002$) y 200 presas ($98,56 \pm 0,005$) con respecto a 300 presas ($97,82 \pm 0,004$) de *N. signifer* (Tabla 6).

Tabla 6. Porcentaje del consumo total de *C. externa* con diferentes cantidades de presas de *N. signifer*.

Cantidad de presas	% consumo total	Letra de significancia*
100	99,73 ± 0,002	A
200	98,56 ± 0,005	AB
300	97,82 ± 0,004	B

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas.

Se presentó un mayor porcentaje de consumo cuando se ofrecieron 100 y 200 presas, disminuyendo éste cuando se ofrecieron 300 presas. Esto podría deberse a una respuesta funcional tipo II del depredador, puesto que con mayor número de presas va disminuyendo su porcentaje de consumo, ya que hay más tiempo dedicado a perseguir, dominar, consumir y digerir las presas, y a prepararse para la siguiente búsqueda. Dado que el tiempo de búsqueda se reduce (debido al tiempo de manipulación), este tipo de respuesta resulta en un aumento desacelerado a medida que se incrementan las presas consumidas, hasta llegar a una asíntota en la cual se expresa la máxima tasa de ataque. A esta densidad, el tiempo disponible por el depredador es usado para manipular la presa y el tiempo de búsqueda resulta entonces despreciable. En consecuencia, tiempos de manipulación largos conducen a bajas tasas de ataque y viceversa (Hassell, 2000). Sin embargo, esta respuesta no se midió en el presente estudio.

En cuanto al estadio larval, el III presentó mayor voracidad que los I y II; esto concuerda con lo expresado por Velásquez (2004), Salas y Vela (2003) y Loera *et al.*, (2001), en relación a que son las larvas del tercer estadio las que presentan alto grado de canibalismo y un apetito aún más voraz, y son las que hacen la mayor parte de la actividad de control biológico. El resultado global se asemeja a lo expresado por Guarín (2003), que reportó que el estadio III es el que realiza la mayor parte del consumo, seguido por los estadios I y II.

CONCLUSIONES

Se logró un mayor número de ninfas de *N. signifer*, alimentándolas con plántulas de frijol, con las que se obtuvo un promedio de $151,2 \pm 34,54$ ninfas del estadio I. Esta fuente alimenticia sobresalió significativamente, comparada con plántulas de maracuyá, con las que se alcanzó un promedio de $17,8 \pm 9,59$ ninfas, y con vainas de habichuela, con las que no se obtuvieron ninfas.

La obtención de adultos de *N. signifer* no fue óptima con ninguna de las tres dietas, alcanzándose sólo $1,2 \pm 0,8$ adultos con la dieta de frijol.

C. externa alcanzó su desarrollo total cuando fue alimentada con huevos de *Sitotroga cerealella* ($27,44 \pm 0,19$ días); con huevos de *Spodoptera frugiperda* ($28,7 \pm 0,22$ días) y con adultos y estados inmaduros de áfidos (*Rhopalosiphum maidis*) ($36,83 \pm 0,32$ días). Alcanzó sólo el estado de pupa cuando se alimentó con *N. signifer*.

De acuerdo con los resultados obtenidos por el presente trabajo, *N. signifer* puede ser considerada la presa menos adecuada para el depredador, entre las estudiadas.

S. cerealella y *S. frugiperda* fueron las presas más adecuadas para alimentar los estados inmaduros de *C. externa*, ya que alcanzaron su desarrollo completo en un período más corto.

Al ofrecer al depredador un mayor número de presas (300) de estados inmaduros de *N. signifer*, el porcentaje de consumo disminuyó, en cuanto a consumo total y diario.

El estadio larval más voraz de *C. externa*, en cuanto a porcentaje de consumo total y diario, fue el III, seguido de los I y II.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arthurs, S.; Heinz, K.M. (2002). *In Vivo Rearing of Thripinema Nicklewoodi (Tylenchida: Allantonematidae) and Prospects as a Biological Control Agent of Frankliniella occidentalis (Thysanoptera: Thripidae)*. Entomological Society of America. Washington, D.C. Journal of Economic Entomology. 95(4): 668-674.
- Biagioni, A.; Freitas, S. (2001). *Efecto de diferentes dietas sobre el desenvolvimiento pós-embriionario de Chrysoperla defreitasi Broks (Neuroptera: Chrysopidae)*. International Editorial Board. Piracicaba. SP. Brasil. Neotropical Entomology. 3(2): 333-336.
- Bosco, L.; Giacometto, E.; Tavella, L. (2008). *Colonization and Predation of Trips (Thysanoptera: Thripidae) by Orius spp. (Heteroptera: Anthocoridae) in Sweet Pepper Greenhouses in Northwest Italy*. Elsevier Editorial System for Biological Control. New York. EE.UU. Biological control. 44(3): 331-340.
- Castillo, N.; González, C. (2008). *Comportamiento poblacional de insectos fitófagos en el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L.) y en la asociación con maíz (Zea mays L.)*. Revista de Protección Vegetal. Versión Impresa ISSN 1010-2752. Rev. Protección Veg. Vol. 23. N° 3. La Habana, sep-dic. de 2008.
- Centa. 2002. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Guía técnica cultivo de maracuyá amarillo. El Salvador. 30 p.
- Chow, A.; Chau, A.; Heinz, K. (2008). *Compatibility of Orius Insidiosus (Hemiptera: Anthocoridae) with Amblyseius (Iphiseius) Degenerans (Acari. Phytoseiidae) for Control of Frankliniella occidentalis (Thysanoptera: Thripidae)*. Elsevier Editorial System for Biological Control. New York. EE.UU. Biological Control. 44(2): 259-270.
- Cuesta, L.A.; Guarín, J.H. (2003). *Estudios de Chrysoperla externa, bioinsumo para el manejo de Thrips palmi Karny*. En: *Thrips palmi Karny en el oriente antioqueño*. Juan H, Guarín (Ed.). Rionegro, Antioquia. Corpoica-Pronatta.
- Espinosa, P.J.; Fuentes, J.F.; Contreras, J.; Bielza, P.; Lacasa, A. (2002). *Método de cría en masa de Frankliniella occidentalis (Pergande)*. Boletín de sanidad vegetal. Plagas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: Centro de Publicaciones Agrarias, Pesqueras y Alimentarias. Madrid (España). 28 (3): 385-390.
- García, J.; Ocampo, L.A.; Figueroa, L.; Forero, F.; Vera, L.F.; Segura, J.D.; Gómez, B. (2007). *Generación de un modelo de zonificación edafoclimática y socioeconómica a nivel departamental y municipal, para la producción de mora, lulo, maracuyá, chulupa, granadilla, uva y tomate de árbol en el departamento del Huila*. Informe final proyecto. Convenio especial de cooperación técnica y científica No. 491/2005. Giffoni, J.; Valera, N.; Díaz, F.; Vásquez, C. (2007). *Ciclo biológico de Chrysoperla externa (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada con diferentes presas*. Nota Técnica. Bioagro. 19(2): 109-113.
- Giffoni, J.; Valera, N.; Díaz, F.; Vásquez, C. (2007). *Ciclo biológico de Chrysoperla externa (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada con diferentes presas*. Bioagro 19 (2): 109-113.
- Gitirana, J.; Carvalho, C.F.; Souza, B.; Santa, L.V. (2001). *Fluctuação populacional de especies de Ceraochrysa Adams. 1982 (Neuroptera: Chrysopidae) en citros na região de Lavras – MG*. Cienc. Agrotec. 25(3): 550-559.
- Guarín, J.H. (2003). *Thrips Palmi Karny en el oriente antioqueño*. Biología, efecto de hongos entomopatógenos y de extractos vegetales, comportamiento de sus enemigos naturales en campo e impacto ambiental para su manejo sostenible. Rionegro, Antioquia (Colombia). Editorial: Gráficas Madrigal.
- Hassell, M.P. (2000). *The Spatial and Temporal Dynamics of Host-parasitoid Interactions*. Oxford University Press. Oxford (Reino Unido).
- Hoddle, M.; Robinson, L. (2004). *Evaluation of Factors Influencing Augmentative Releases of Chrysoperla carnea for Control of Scirtothrips perseae in California Avocado Orchards*. Elsevier Editorial System for Biological Control. New York. EE.UU. Biological Control. 31(3): 268-275.
- Jaramillo, V.; Cárdenas, R.; Orozco, A. (2009). *Manual sobre el cultivo de maracuyá (Passiflora edulis) en Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Corpoica. 80 p. Colombia, Bogotá D.C.
- Lemus, G.; Ferreira, R.; Gil, P.; Maldonado, P.; Toledo, C.; Barrera, C. (2005). *El cultivo del palto*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, La Cruz, Chile. 75 p.
- Loera, J.; Vargas, J.; López, J.; Reyes, M. (2001). *Uso y manejo de Chrysoperla carnea*. Disponible en <http://www.inifap.gob.mx>. Consultado 20 de junio de 2010.
- López, A. (2006). *Las pasifloras, su potencial comercial y su problemática sanitaria*. En: Memorias Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, Socolen. Manizales: julio de 2006: 161-171.
- Messelink, G.; Van Maanen, R.; Van Steenpaal, S.; Janssen, A. (2008). *Biological Control of Thrips and Whiteflies by a Shared Predator: Two Pests are Better than One*. Elsevier Editorial System for Biological Control. New York. EE.UU. Biological Control. 44(3): 372-379.
- Mound, L. (1993). *Thrips-the Ideal Opportunists*. En: V.H., Zúñiga (ed.). Memorias del XX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Cali (Colombia). 13-16 julio 1993: 316-329.
- Murai, T.; Loomans, A. (2001). *Evaluation of Fan Improved Method for Mass-rearing of Thrips and a Thrips Parasitoid*. Entomologia Experimentalis et Applicada 101: 281-289.
- New, T. (1991). *Neuroptera In: Naumann, I.D. et al. (Eds). The Insects of Australia*. Division of Entomology Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Cornell University Press. New York: 525-542.
- Nivia, E. (2000). *Mujeres y plaguicidas. Una mirada a la situación actual, tendencias y riesgos de los plaguicidas*: 19-30.
- Núñez, E. (1988). *Ciclo biológico y crianza de Chrysoperla externa y Careochrysa cincta (Neuroptera: Chrysopidae)*. Revista Peruana de Entomología. 31: 76-82.
- Quintero, A.D. (1992). *Principales plagas asociadas al cultivo del maracuyá*. En: Encuentro de cultivadores de maracuyá (Feb-1992, Manizales). Memorias del 11° Encuentro de cultivadores de maracuyá. Manizales, Asomaracuyá: 23-31.
- Salas, M.D.; Vela, E. (2003). *Influencia de la dieta en la sobrevivencia y fertilidad de Chrysoperla carnea Stephens (Neuroptera: Chrysopidae)*. In: SMCB. Memorias del XXVI Congreso Nacional de Control Biológico. Guadalajara, Jalisco, (México): 399-401.
- Santos, A.O. (2010). *Determinación del nivel de daño económico y la fluctuación poblacional de Neohydatothrips signifer. (Thysanoptera: Thripidae) en maracuyá (Passiflora edulis degener) var. flavicarpa en el municipio de Suaza (Huila)*. Trabajo de grado MS.c. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 54 p.
- SAS Institute. (2001). *SAS User Guide: Statistical Analysis System, version 8.2*. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Secretaría de Agricultura y Minería del Huila. (2009). *Anuario estadístico agropecuario del Huila*. 247 p.
- Valle de la P.M. (2004). *Trips en aguacate; efectividad biológica de productos no convencionales y hongos entomopatógenos contra trips en Michoacán, México*. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Parasitología Agrícola, 93 p.

- Van Driesche, R.G.; Lyon, S.; Stanek, E.J.; Xu, B.; Nunn, C. (2006). *Evaluation of Efficacy on Neoseiulus cucumeris for Control of Western Flower Thrips in Spring Bedding Crops*. Elsevier Editorial System for Biological Control. New York. EE.UU. Biological Control. 36(2): 203-215.
- Varón, E.H. (2009). *Tercer informe de avance del proyecto "Desarrollo de herramientas para ser incluidas dentro de un manejo integrado de trips (Thysanoptera), en maracuyá amarillo (Passiflora edulis, forma flavicarpa O. Degener) en el departamento del Huila"*. Corpoica C.I. Nataima. 103 p.
- Velásquez, L. (2004). *Estudio de la biología de Ceraeochrysa claveri (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada con dos tipos de presas en condiciones de laboratorio*. Universidad de Caldas. Facultad Ciencias Agropecuarias. Manizales (Colombia). 35 p.
- Waterhouse, D.F.; Norris, K.R. (1987). *Thrips Palmi Karny*. In: *Biological Control. Pacific Prospects*. Inkata Press. Melbourne, Australia: 90-94.
- Zilahi-Balogh, G.M.G.; Shipp, J.L.; Cloutier, C.; Brodeur, J. (2007). *Predation by Neoseiulus cucumeris on Western Flower Trips, and its Oviposition on Greenhouse cucumber Under Winter vs. Summer Conditions in a Temperate Climate*. Elsevier Editorial System for Biological Control. New York. EE.UU. Biological Control. 40(2): 160-167.